

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Japanese Laid-open Patent

Laid-open Number: Sho 60-126624

Laid-open Date: July 6, 1985

Application Number: Sho 58-235773

Filing Date: December 14, 1983

Applicant: SEIKO-EPSON-CORPORATION

## SPECIFICATION

### 1. Title of the Invention

Liquid Crystal Electro-Optical Device

### 2. Scope of Claims

(1) A liquid crystal electro-optical device in which a ferroelectric smectic liquid crystal is filled between two glass substrates having electrodes, and a polarizing plate is formed, the polarizing plate having mutually orthogonal polarization axes above and below the two glass substrates, the liquid crystal electro-optical device being characterized in that from among spacers existing between the two glass substrates, spacers formed in at least one side of two mutually parallel sides have a multi-layer structure in which a plurality of thin films being different from each other are alternately laminated, and a plurality of grooves parallel to the glass substrate surfaces are formed on an inner surface of the spacers, thereby making liquid crystal molecules orient in a predetermined direction.

(2) The liquid crystal electro-optical device according to claim 1, wherein a vertical orientation process is implemented on the inner surface of the spacers which are formed in a side that is orthogonal to a side whereon spacers having the plurality of grooves are formed.

(3) The liquid crystal electro-optical device according to claim 1 or 2, wherein

a horizontal orientation process is implemented on at least one electrode side surface of the two glass substrates.

### 3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a method of liquid crystal orientation in a liquid crystal electro-optical device that uses a ferroelectric smectic liquid crystal possessing fast response, a memory effect, and suitable threshold characteristics.

The ferroelectric smectic liquid crystal possesses asymmetric carbon within its molecules, and therefore the directions of permanent dipoles in each molecule within one smectic layer are aligned. For cases in which this ferroelectric smectic liquid crystal is sealed within the two glass substrates having electrodes and made to have a homogeneous orientation, the molecules become always parallel to the substrate surface due to an anchoring effect if the thickness of a cell is made sufficiently thin. The direction in which the molecules line up within the substrate surface is at an incline of  $+θ$  or  $-θ$  with respect to a line normal to the smectic layer. In this case all of the permanent dipoles are lined up in a vertical direction with respect to the substrate, and there is a correspondence relationship between the incline direction of the molecules ( $+θ$ ,  $-θ$ ) and the direction of the permanent dipoles (up, down). A  $+θ$  or a  $-θ$  orientation state can therefore be selected by selecting the polarity of a voltage applied by the two electrodes. Both of these two orientation states are stable, and possess a memory effect. Moreover, the response for inverting the polarity of the applied voltage is extremely high speed, from 1000 times to 10,000 times the conventional response speed, and there are also suitable threshold characteristics.

A liquid crystal electro-optical device that possesses high speed response and a memory effect that are not found in conventional liquid crystal electro-optical

devices can be manufactured by utilizing these types of characteristics. However, a homogeneous orientation mono-domain, in which all of the liquid crystal molecules within the liquid crystal cell are aligned in the same orientation, must therefore be manufactured.

Several methods of forming a homogeneous orientation mono-domain have been considered up till now. One such method is a method in which annealing is performed from an isotropic phase to a liquid crystal phase while applying a magnetic field of several thousand to 20 thousand gauss parallel to the glass surface. However, if the cell thickness is made thin with this method, almost no orientation effect is obtained due to a wall surface effect, and therefore a relatively thick cell thickness on the order of  $10 \mu\text{m}$  must be used. At this cell thickness, the response speed drops substantially, and the liquid crystal molecules orient in a helical shape. Therefore, there is a drawback in that, among the aforementioned three characteristics, the memory effect cannot be obtained. Further, as another method, there is a method in which a rubbing process is implemented on the surface of the glass substrates on which the electrodes are formed, and the liquid crystal molecules are made to align in this rubbing direction. In this case it is said that the memory effect is lost because the liquid crystal molecules are forcibly aligned in the rubbing direction when removing an electric field. In addition, as another method, there is a method in which side surfaces of polymer films sandwiched between two glass substrates as spacers are utilized. This is a method in which the nature of the liquid crystal molecules to align in parallel in a cut surface parallel to the extending direction of the polymer film is utilized, and spacers having this kind of cut surface are formed in one side of a liquid crystal cell. A temperature gradient is set in a direction at a right angle to this side,

annealing is performed from an isotropic phase to a liquid crystal phase, and batons are precipitated out. However, if the cut surface of the spacers is not smooth with this method, then the orientation direction cannot be uniformly controlled, and therefore a process must be performed so that protrusions from the cut surface and the like do not develop. The yield is extremely poor, the cost is greatly increased, and further, even if a thin polymer film on the order of 1  $\mu\text{m}$  is sandwiched between the two substrates, the cut surface easily wrinkles because of pressure applied from above and below. From this point, there is a problem in that it is extremely difficult to obtain a good homogeneous orientation mono-domain.

An object of the present invention is to resolve problems like those above. An orientation method in which liquid crystal molecules are made to orient by utilizing the side surfaces of the aforementioned spacers is improved, and an orientation processing method having superior mass productivity is provided.

Fig. 1 is a cross sectional diagram of a spacer for orienting liquid crystal molecules. As shown in Fig. 1, the present invention is characterized in that spacers formed on at least one side of the four sides of glass substrates 21 and 22 are formed of a laminate spacer 25 obtained by alternately overlapping thin films having a plurality of different substances, for example, two types of metals, or a metal and a non-metal. Regarding a case in which two types of metals are used as spacer materials 27 and 28 in Fig. 1, a plurality of grooves parallel to the surfaces of the glass substrates 21 and 22 can be formed as shown in Fig. 1 when the substrates are submersed in an etching liquid capable of etching only the metal 27. Grooves can also be formed similarly if the spacer material 28 is a non-metal.

A thin film 26 in Fig. 1 is an insulating film for insulating electrodes 23 and

24 formed on the glass substrates 21 and 22, and the laminate spacer 25, but the insulating film 26 can be omitted if the electrodes are removed in portions at which the spacers are formed, or if one of the spacer materials contacting the electrodes 23 and 24 is an insulating non-metal.

A principle of orientation control in the present invention is completely the same as orientation control by rubbing, and the depth and the width of the grooves must be made to a certain extent. Moreover, the liquid crystal molecules must be aligned in parallel with respect to the surfaces of the grooves, and therefore a material easily matching the liquid crystal molecules is used, or an orientation process parallel to the grooves must be implemented. If the size of the grooves is smaller than the order of the molecules, then the molecules can take on a free orientation on the side surfaces of the spacers, whether or not there are any grooves, and therefore no orientation control can be conducted. However, if the grooves possess a suitable size, then for cases in which the major axis of the molecules is aligned in a direction other than a direction parallel to the grooves, the molecules will become aligned along the concavities and convexities of the grooves, a bending distortion corresponding to the size of the grooves develops, and the elastic energy increases. The molecules therefore take on the lowest energy state, namely orientation in a direction parallel to the grooves. This state is shown in Fig. 2 and Fig. 3. Fig. 2 is for a case of a high energy state, and Fig. 3 is for a case of the lowest energy state.

The size of the grooves must be, at minimum, such that they possess a width on an order whereby the liquid crystal molecules can align along the convexities and concavities of the grooves as shown in Fig. 2, and a depth on an order whereby a sufficiently large bend distortion can be made to develop. Further, regarding gaps

between grooves, a gap must be on an order such that the liquid crystal molecules can align parallel to the grooves by the effect of intermolecular forces between the grooves. As small a gap as possible is good. As a conventional orientation control method, there is a method for orientation in which polyimide or the like is applied to the glass substrate surface, and a rubbing process is implemented, but in this case the film thickness of the polyimide must be on the order of 200 Å. This film thickness has a relationship with the depth of the grooves that develop by rubbing, and therefore it is necessary for the depth of the grooves to be at minimum on the order of 200 Å in the present invention.

A liquid crystal phase is made to grow from the spacer side surface of the spacer by disposing a spacer like that discussed above in one side of a liquid crystal cell, and applying a temperature gradient. A process for growing the liquid crystal phase by this temperature gradient is completely the same as a method for controlling orientation by the cut surface of a polymer film. However, there is a limitation in the thickness of the cells able to be made thin when a polymer film is used, and further, there are accompanying uncertainties due to the cut surface state, but these problems are resolved by the present invention.

A detailed discussion of the present invention is given below based on embodiments.

#### Embodiment

Chrome and gold are used as the spacer materials 27 and 28, respectively, and  $\text{SiO}_2$  is used as the insulating film 26. A total of ten layers of  $\text{SiO}_2$ , and chrome and gold used alternately, are deposited by mask evaporation on one end of a  $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$  cell so that the thickness of each layer becomes 1000 Å. The chrome is etched next

by using Cr-Tw (cerium ammonium nitrate (165 g),  $\text{HNO}_3$  (90 cc) water (1 l)). The grooves formed have a width of 1000 Å, a depth of 400 Å, and a pitch of 2000 Å, confirmed by an electron microscope. Spacers, which have not been given orientation control forces, are disposed by lastly applying a photoresist film to the glass surface, and removing the material while leaving only a periphery portion of the cell. The thickness of the cell thus manufactured is 1.2  $\mu\text{m}$ , and the reason that this is not equal to the thickness of the deposited layer is thought to be due to irregularities in the resist film thickness. The liquid crystal material used is MBRA-8 (S-4-O-(2-methyl)butyl-resorcylidene-4'-alkylaniline). MBRA-8 is used in each of the embodiments below. A temperature gradient is set so as to be at a right angle with the spacer that possesses the grooves, and the size of the gradient is set to 40°C / cm. The glass substrates are not processed.

When the formation of a mono-domain was tried using the above cell, although several defects were seen, a good quality, homogeneous orientation mono-domain capable of being put into practical use was obtained.

### Embodiment 2

In this embodiment, the same types of metals as those of embodiment 1 are used, and the thicknesses of a chrome layer and a gold layer are set to 700 Å and 1300 Å, respectively. The groove pitch is set to 2000 Å, and the groove depth is set to 400 Å. The cell thickness is 1.1  $\mu\text{m}$ . A mono-domain similar to that of embodiment 1 can also be obtained in this type of cell.

### Embodiment 3

Chrome and nickel are used as the spacer materials 27 and 28, respectively. With the thickness of each layer is set to 650 Å and 350 Å, respectively, chrome is

etched by using Cr-Tw. The grooves formed have a width of 650 Å, a depth of 500 Å, and a pitch of 1000 Å. The thickness of a deposited layer is set to 1.5 µm, and aluminum foil having a thickness of 1.5 µm is used as a substitute for the photoresist film in embodiment 1. Vertical orientation processing is implemented on the cut surface of the aluminum foil which is orthogonal to the spacers that possess spacers by using HTAB (hexadecyl trimethyl ammonium bromide). The thickness of the cell manufactured here is 1.7 µm.

When forming a mono-domain using the above cell, disorder in the orientation of portions contacting with side surfaces of the spacer becomes smaller compared to cases in which the side surfaces of a spacer not possessing grooves are not processed.

#### Embodiment 4

Chrome and SiO are used for the spacer materials 27 and 28, respectively, the thickness of each layer is set to 1000 Å, the thickness of a deposited layer is set to 1.5 µm, and the chrome is etched by using Cr-Tw. The size of grooves is the same as those of embodiment 1, with a width of 1000 Å, a depth of 400 Å, and a pitch of 2000 Å. Aluminum foil that has already undergone vertical orientation processing and that is used in embodiment 3 is used as a spacer which does not possess grooves. In addition, polyimide is applied to the surfaces of the two glass substrates, and a horizontal orientation process is implemented. The cell thickness is 1.6 µm.

A very good quality mono-domain having few defects is obtained in the above cell.

#### Embodiment 5

Chrome and polyimide are used as the spacer materials 27 and 28, respectively, and the thickness of each layer is set to 400 Å. A polyimide film is applied on a

deposited chrome film. The thickness of all layers is 1  $\mu\text{m}$ , and chrome is etched by using Cr-Tw. Grooves formed have a width of 400  $\text{\AA}$ , a depth of 200  $\text{\AA}$ , and a pitch of 800  $\text{\AA}$ . A spacer that does possess grooves uses a photoresist film, as in embodiment 1. The cell thickness is 1.1  $\mu\text{m}$ .

A good quality mono-domain having few defects can be obtained in the above cell.

This embodiment is one in which two types of metals, or two types of metals and a non-metal are combined, and in addition, a similar effect can be obtained by combining various metals such as Al, Cu, and Co.

In accordance with the present invention, a good quality, homogeneous orientation mono-domain cell of a ferroelectric smectic liquid crystal can be formed, and can be applied to a light shutter, a display device, and the like.

#### 4. Brief Explanation of the Drawings

Fig. 1 is a cross sectional diagram of a laminate spacer in accordance with the present invention.

21, 22 glass substrate

23, 24 electrode

25 laminate spacer

26 insulating film

27 spacer materials (metal)

28 spacer materials (metal or non-metal)

Fig. 2 shows an orientation state with a high elastic energy.

29 liquid crystal molecules oriented in a direction which is not parallel to grooves

30 spacer

Fig.3 shows an orientation state with the lowest elastic energy.

31 liquid crystal molecules oriented in a direction which is parallel to grooves

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
⑫ 公開特許公報 (A) 昭60-126624

⑬ Int. Cl. 4  
G 02 F 1/133

識別記号 119  
125

庁内整理番号 7370-2H  
7348-2H

⑭ 公開 昭和60年(1985)7月6日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 液晶電気光学装置

⑯ 特願 昭58-235773  
⑰ 出願 昭58(1983)12月14日

⑱ 発明者 佐藤謙 諏訪市大和3丁目3番5号 株式会社諏訪精工舎内  
⑲ 出願人 株式会社諏訪精工舎 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
⑳ 代理人 弁理士 最上務

明細書

1. 発明の名称

液晶電気光学装置

2. 特許請求の範囲

(1) 基板を有する2枚のガラス基板間に強誘電性スマクチャック液晶を封入し、前記2枚のガラス基板の上方および下方に互いに反対側面に偏光板が設置している偏光板を設けた液晶電気光学装置において、前記2枚のガラス基板間に介在するスペーサーのうち互いに平行な2辺の少なくとも1辺に設けられたスペーサーを異なる複数の薄膜を交互に積層した多層構造として該スペーサーの内側面に前記ガラス基板間に平行な複数の溝を形成することにより液晶分子を所定の方向に配向させたことを特徴とする液晶電気光学装置。

(2) 前記複数の溝を設けたスペーサーが設けられた辺と直角な辺に設けられたスペーサーの内側面に垂直配向処理を施した特許請求の範囲第1項

記載の液晶電気光学装置。

(3) 前記2枚のガラス基板の少なくとも一方の電極側面に水平配向処理を施した特許請求の範囲第1項または第2項に記載の液晶電気光学装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、高速応答、記憶効果、適当な開閉性を持つ強誘電性スマクチャック液晶を用いた液晶電気光学装置における液晶配向方法に関する。

強誘電性スマクチャック液晶は、分子内に不齊旋光率を持っているためにひとつのスマクチャック層の中ではそれぞれの分子が持つ永久双極子の向きがそろっている。この強誘電性スマクチャック液晶を基板を有する2枚のガラス基板中に封入してホモジニアス配向させた場合、セル厚を十分薄くするとアンカリング効果のために分子は常に基板面と平行になり、基板面での分子の並ぶ方向はスマクチャック層の法線に対して+ $\theta$ 又は- $\theta$ 傾いている。この場合、永久双極子はすべて基板に対して垂直方向に並んでおり、分子の傾く方向も+ $\theta$ 。

ー)と永久双極子の向き(上、下)との間には対応関係がある。従って、2枚の電極によって印加する電圧の極性を逆転することによって+又は-の配向状態を進ぶことができる。この2つの配向状態はいずれも安定であり、記憶効果を持っている。しかも印加電圧の極性の反転に対する応答は従来の1000倍から10000倍と非常に高速であり、かつ適当な開特性も有している。

このような特性を利用することにより、従来の液晶電気光学装置にはない高速応答、記憶効果を持つた液晶電気光学装置を作成することができる。しかしそのためには、液晶セル内の全ての液晶分子が同じ方向にそろった、ホモジニアス配向モノドメインを作成しなければならない。

これまでにも、ホモジニアス配向モノドメインを作成する方法はいくつか考えられている。そのひとつにガラス面に対して平行に数キロから20キロガスの磁場を印加しながら、各方向から液晶相に冷却する方法がある。しかし、この方法の場合には、セル厚を薄くすると壁面効果によってほと

んど配向効果が得られないため、10μ程度という比較的厚いセル厚にしなければならないが、このセル厚では応答速度が大巾に低下し、かつ液晶分子がらせん状に配向するため、前述の3つの特徴のうち、記憶効果が得られないという欠点がある。また他の方法として、ガラス基板の電極が形成された間の表面にラビング処理を施し、このラビングの方向に液晶分子を配向させる方法があるが、この場合は、電極を除去した時に液晶分子がラビングの方向に強制的に向けさせられるために、記憶効果が失われると言われている。さらに他の方法として、2枚のガラス基板間にスペーサーとしてはさまれる高分子フィルムの開面を利用してする方法がある。高分子フィルムの延伸方向と平行な切断面では液晶分子が平行に並ぶという性質を利用して、このような切断面を有するスペーサーを液晶セルの一つの辺に設け、この辺に直角な方向に密度勾配を設定して各方向から液晶相に冷却してペトキを析出させる方法である。しかしこの方法では、スペーサーの切断面がなめらかになって

いないと配向方向を一定に制御することができないため、切断面に突起などが生じないように加工しなければならず、歩留りが非常に悪く、コストが大巾に上昇し、また1μ～割程度の薄い高分子フィルムを2枚の基板に挟む際にも、上下から圧力が加えられるために切断面がしわになりやすく、その点からも良好なホモジニアス配向モノドメインを得るのはきわめてむずかしいという問題点を有している。

本発明は、以上のような問題点を解決することを目的とするものであり、上述のスペーサーの開面を利用して液晶分子を配向させる配向方法を改良し、量産性にすぐれた配向処理方法を提供するものである。

図1図は本発明における、液晶分子を配向するためのスペーサーの断面図である。本発明は、図1図に示すように、ガラス基板21、22の4つの辺の少なくとも1つの辺に設けられたスペーサーを、異なる複数の物質、たとえば2種類の金属あるいは金属と非金属からなる薄膜を交互に重ね

合わせてなる複層スペーサー25としたことを特徴とする。図1図において、スペーサー材料27、28として2種類の金属を用いた場合は、金属27のみをエッチングすることができるエッチング液に没せば、図1図に示すように、ガラス基板21、22の間に平行な多数の溝を形成することができる。スペーサー材料28を非金属にしても同じように溝を形成することができる。

図1図において、薄膜26は、ガラス基板21、22上に形成された電極23、24と複層スペーサー25とを絶縁するための絶縁層であるが、スペーサーを設ける部分の電極を除去するか、電極23、24に接するスペーサー材料の一方を絶縁性の非金属とすれば、絶縁層26は省略できる。

本発明における配向制御の原理はラビングによる配向制御と全く同じものであり、溝の深さと幅はある程度でなければならない。しかも、液晶分子がその表面に対して平行に並ばなければならぬため、液晶分子がなじみ易い材料を使用するか

、あるいは溝に平行配向処理を施さなければならぬ。もし、溝の大きさが分子のオーダーよりも小さければ、分子は溝があるにもかかわらず、スペーサー側面上で自由な配向をとることができ、全く配向を制御することはできない。ところが溝が適当な大きさを持っていれば、もし分子の長軸が溝の方向と平行な方向以外に並んだ場合、分子は溝の凸凹にそって並ぶことになり、溝の大きさに応じたペンドの変形が発生し弾性エネルギーが高くなる。従って分子は最もエネルギーが低い溝の方向と平行に並ぶことになる。この様子を第2図、第3図に示す。第2図はエネルギーが高い状態であり、第3図はエネルギーが最も低い場合である。

溝の大きさは、少くとも図2に示すように液晶分子を溝の凸凹にそって並べることができる程度の幅を持ち、深さは十分大きいペンドの変形を生じさせることができる程度でなければならない。また、溝と溝の間隔に関しては、溝と溝の間の分子間力の効果によって溝と平行に並ぶことができる。

ムと金を使用し、絶縁層2.6として810 $\mu$ を用いた。マスク蒸着によって1cm $\times$ 1cmのセルの一端に、各層の厚さが1000Åになるよう810 $\mu$ およびクロムと金を交互に合計10層蒸着した。次にOR-2（硝酸銀2セリウムアンモニウム（165g）、HNO<sub>3</sub>（90cc）、水（1L））によってクロムをエッチングした。形成された溝は電子顕微鏡によって確認し、幅1000Å、深さ400Å、ピッチ2000Åであった。配向制御力を持たないスペーサーは、最後にホトレジスト膜をガラス面に塗布し、セルの周辺部のみを残して除去することによって設置した。このようにして作成したセルの厚さは12μmであり、蒸着層の厚さと一致しないのはレジスト膜の厚さむらのためと思われる。使用した液晶材料はMBBA-8（8-4-0-(2-methoxybutyl)-resorcylidene-4'-alkylaniline）である。以下の実施例ではすべてこのMBBA-8を使用した。温度勾配は溝を持つスペーサーと直交するように設定し、勾配の大きさは40°C/cmとし

る程度の間隔でなければならず、なるべく間隔が狭い方がよい。従来の配向制御法としてガラス基板面にポリイミドなどを塗布してラビング処理を施し配向させる方法があるが、この場合ポリイミドの膜厚は200Å程度は必要である。この膜厚はラビングによって生じる溝の深さと関係があるため、本発明における溝の深さは少くとも200Å程度は必要であろう。

上記のようなスペーサーを液晶セルの一端に設置し温度勾配をかけることによって、そのスペーサー側面から液晶相を成長させていく。この温度勾配によって液晶相を成長させる過程は、高分子フィルムの切断面による配向制御法と同じである。しかし高分子フィルムを使用する場合、作成し得るセルの深さには限界があり、また切断面の状態による不確実さが伴うが、本発明によってこれらの問題は解決される。

以下実施例に基づいて本発明を詳述する。

#### 実施例

スペーサー材料2.7、2.8としてそれぞれクロ

ムと金を使用し、絶縁層2.6として810 $\mu$ を用いた。ガラス表面は無処理である。

上記のセルを用いてモノドメイン作成を試みたところ、いくつかの欠陥は見られるが、实用に供することができる良質のホモジニアス配向モノドメインが得られた。

#### 実施例2

本実施例では、実施例1と同種の金属を使用し、クロム層と金属の厚さをそれぞれ700Å、1300Åとし、溝のピッチは2000Å、深さ400Åとした。セル厚は1.1μmである。このようなセルにおいても実施例1と同程度のモノドメインを得ることができた。

#### 実施例3

スペーサー材料2.7、2.8としてそれぞれクロムとニッケルを使用し、各層の厚さをそれぞれ650Å、350ÅとしてクロムをOR-2によってエッチングした。形成された溝は幅650Å、深さ500Å、ピッチ1000Åである。蒸着層の厚さを1.5μmとし、実施例1におけるホトレジスト膜のかわりに厚さ1.5μmのアルミ箔を

使用した。溝を持つスペーサーと直交しているアルミ箔の切削面は H T A B ( hexadecyltrimethylammoniumbromide ) によって垂直配向処理を施してある。ここで作成したセルの厚さは 1.7  $\mu$ m であった。

上記のセルを用いてモノドメインを作成した場合、溝を持たないスペーサーの側面が無処理の場合と比較して、そのスペーサーの側面と接している部分の配向の乱れが少なくなった。

#### 実施例 4

スペーサー材料 27, 28 としてそれぞれクロムと SiO<sub>2</sub> を使用し、各層の厚さを 1000  $\text{\AA}$ 、蒸着層の厚さを 1.5  $\mu$ m とし、Ozoneによってクロムをエッチングした。溝の大きさは実施例 1 と同じく、幅 1000  $\text{\AA}$ 、深さ 400  $\text{\AA}$ 、ピッチ 2000  $\text{\AA}$  であった。溝を持たないスペーサーとして実施例 3 において使用した垂直配向処理済アルミ箔を使用した。更に 2 枚のガラス基板面にはポリイミドを塗布して水平配向処理を施した。セル厚は 1.6  $\mu$ m であった。

することができる、光シャッター、表示装置などに応用することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明による複層スペーサーの断面図である。

- 21, 22 ……ガラス基板
- 23, 24 ……電極
- 25 ……複層スペーサー
- 26 ……絶縁層
- 27 ……スペーサー材料（金属）
- 28 ……スペーサー材料（金属又は非金属）

第 2 図は弾性エネルギーが高い配向状態である。

- 29 ……溝と平行でない方向に並んだ液晶分子
- 30 ……スペーサー

第 3 図は弾性エネルギーが最も低い配向状態である。

- 31 ……溝と平行に並んだ液晶分子

上記セルにおいては欠陥の少ないかなり良質のモノドメインが得られた。

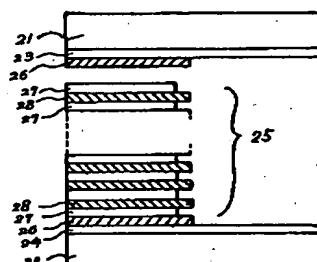
#### 実施例 5

スペーサー材料 27, 28 としてそれぞれクロムとポリイミドを使用し、各層の厚さをそれぞれ 400  $\text{\AA}$  とした。ポリイミド層は蒸着したクロム層の上に塗布した。全層の厚さは 1.8  $\mu$ m であり、Ozoneによってクロムをエッチングした。形成された溝は、幅 600  $\text{\AA}$ 、深さ 200  $\text{\AA}$ 、ピッチ 600  $\text{\AA}$  である。溝を持たないスペーサーは実施例 1 と同じくホトレジスト膜を使用した。セル厚は 1.1  $\mu$ m である。

上記のセルにおいても欠陥の少ない良質のモノドメインを得ることができた。

本実施例は二種類の金属あるいは二種類の金属と非金属を組み合わせたものであるが、この他 Al, Cu, Cr, Co など各種の金属を組み合わせても同様の効果が得られる。

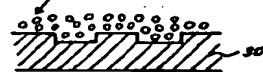
本発明によれば、強誘電性スマートチップ装置の良質のモノジニアス配向モノドメインセルを作成



第 1 図



第 2 図



第 3 図